

青稞含汽饮料加工工艺配方及优化

阎莹莹, 于翠翠, 陈 锋, 胡 赟, 张文会

(西藏自治区农牧科学院 农产品开发与食品科学研究所, 西藏 拉萨 850000)

摘要:以青稞提取液为主要原料,考察阿拉伯糖、白砂糖、麦芽糊精、柠檬酸钠及稳定剂添加量对青稞含汽饮料品质的影响,以感官评分和可溶性固形物含量为指标筛选最优水平进行正交试验,确定青稞含汽饮料配方。结果表明:青稞含汽饮料最佳配方:柠檬酸钠添加量为 0.025%、白砂糖糖粉添加量为 4.00%、麦芽糊精添加量为 5.40%、稳定剂添加量为 0.04%及阿拉伯糖添加量为 0.020%。此法所得青稞含汽饮料酸甜可口、颜色淡黄,能够有效保留青稞熟粉的独特香味,且无沉淀杂质。

关键词:青稞;含汽饮料;加工工艺

中图分类号:TS213

文献标识码:A

Production Process Formulation and Optimization of Highland Barley Containing Steam Beverage

YAN Yingying, YU Cuicui, CEHN Feng, HU Yun, ZHANG Wenhui

(Institute of Agri-products Development and Food Sciences(IAPDFS), Xizang Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences (XZAAAS), Lhasa Xizang 850000, China)

Abstract: Taking highland barley extract as the main raw material, the effects of arabinose, granulated sugar, maltodextrin, sodium citrate and stabilizer on the quality of beverage were investigated. The optimal level was screened by orthogonal test with sensory score and soluble solids content as indicators to determine the formula of highland barley steam-containing beverage. The results showed that the optimal formula for the highland barley beverage was as follows: sodium citrate 0.025%, sugar powder 4.00%, maltodextrin 5.40%, stabilizer 0.04% and arabinose 0.020%. The steam-containing beverage was sour, sweet and delicious, with light yellow color, which can effectively retain the unique aroma of highland barley cooked powder, and has no precipitated impurities.

Key words: highland barley; steamy drinks; processing technology

青稞,俗称裸大麦,在西藏、青海及甘肃等青藏高原地区种植,食用历史悠久,是该地区居民的传统主粮。作为青藏高原具有民族特色的农作物,青稞有“高蛋白、高纤维、高维生素、低脂肪”等特点^[1]。已有大量文献证明,青稞在降体质量^[2]、降血糖^[3]、降血脂^[4]、降血压^[5]、降胆固醇^[6]、抗氧化^[7]等方面有保健功效。近年来,随着消费者对“绿色健康”消费需求的急速增长,青

稞因其营养价值和活性成分而备受瞩目,从藏族农牧民“专用谷物”经现代技术加工后,已成为大众消费食用产品之一。未经处理的青稞制品口感粗糙,其营养成分难以被人体吸收利用^[8],因此,本研究以青稞为原料,经熟制后提取和调配制得青稞含汽饮料,使青稞营养成分更利于人体吸收,且为青稞深加工产品多元化提供新的实践参考依据。

收稿日期:2024-09-16

基金项目:2024 年国家大麦青稞产业技术体系项目(CARS-05)。

作者简介:阎莹莹(1993—),女,助理研究员,主要从事西藏特色资源基础与应用研究,E-mail:764836036@qq.com。

通信作者:张文会(1979—),男,研究员,主要从事西藏特色资源基础研究,E-mail:zhhf08@163.com。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

青稞:藏青 2000,来源于西藏农科院农业科学研究所。

试剂:阿拉伯糖、麦芽糊精、柠檬酸钠、羧甲基纤维素钠及黄原胶,采购于京东,均为食品级。

仪器:电磁炉,美的;家用加气装置,思科尼诗。

1.2 生产配方工艺设计

以青稞为主要原料,经熟制(大火炒制,熟而不糊)后进行提取和调配制得青稞含汽饮料。提取工艺:磨粉细度为 140 目、料液比为 1:20 g/mL、提取时间为 2.5 h,提取温度为 70 ℃。

以青稞饮料中可溶性固形物含量和感官评分(表 1)为综合评价指标,依次探究阿拉伯糖添加量(0.005%、0.010%、0.015%、0.020%、0.025%及 0.030%)、白砂糖糖粉添加量(2.00%、3.00%、4.00%、5.00%、6.00%及 7.00%)、麦芽糊精添加量(2.00%、3.00%、4.00%、5.00%、6.00%及 7.00%)、柠檬酸钠添加量(0.005%、0.010%、0.015%、0.020%、0.025%及 0.030%)及稳定剂添加量(0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%及 0.07%)对青稞饮料的影响。

表 1 感官评分

指标	评价标准	得分/分
色泽 (30 分)	淡黄色,均匀一致,富有光泽	21~30
	淡黄色偏深,比较均匀,有一定的光泽	11~20
	颜色发暗、无光泽	0~10
香味 (15 分)	具有青稞的气味,且容易辨别,无其他不良气味	10~15
	不含青稞的气味,也无其他不良气味	5~9
	不含青稞的气味且有其他气味	0~4
组织状态 (15 分)	汁液均匀稳定,无分层沉淀,无大块凝结物	10~15
	汁液比较均匀稳定,有少量分层沉淀,无大块凝结物	5~9
	有大量分层沉淀,有大块凝结物	0~4
滋味 (40 分)	酸甜可口,味感甘爽纯正,口感柔和	31~40
	酸甜尚可,味感无异味,口感柔和度尚可	16~30
	酸甜失调,过甜或过酸,口感粗糙,口味过淡	0~15

根据单因素试验结果,选择柠檬酸钠添加量(A)、白砂糖糖粉添加量(B)、麦芽糊精添加量(C)及稳定剂添加量(D)进行 $L_9(3^4)$ 正交试验。以青稞饮料中可溶性固形物含量和感官评分为考察指标,确定青稞饮料配方工艺(表 2)。

调配:先将稳定剂(羧甲基纤维素钠与黄原胶比例为 1:1)与白砂糖糖粉混合倒入部分青稞提取液中,搅拌至完全溶解将剩余提取液倒入,再加入其他添加物后使用匀浆仪均质。将饮料高压蒸汽灭菌(121 ℃、15 min)。在无菌环境中冷却至室温,通过家用二氧化碳加气装置加入二氧化碳气体。将饮料罐装于已紫外灭菌(照射时间 30 min,通风 15 min)的饮料瓶中,封口后即得饮料成品。

表 2 青稞饮料调配工艺的优化试验

水平	因 素			
	A 柠檬酸钠添加量/%	B 白砂糖糖粉添加量/%	C 麦芽糊精添加量/%	D 稳定剂添加量/%
1	0.020	2.00	5.00	0.04
2	0.023	3.00	5.40	0.05
3	0.025	4.00	6.00	0.06

1.3 检测方法

总糖含量测定:将待测液滴入检测槽内,通过糖度计直接读取数值。可溶性固形物含量测定:参照 GB/T 12143—2008^[9]的方法。总固形物含量测定:参照 QB/T 4221—2011^[10]的方法。总膳食纤维测定:参照 GB 5009.88—2023^[11]的方法。总酸含量测定:参照 GB 12456—2021^[12]的方法。脂肪含量测定:参照 GB 5009.6—2016^[13]的方法。蛋白质含量测定:参照 GB 5009.5—2016^[14]的方法。pH 值测定:参照 GB 5009.237—2016^[15]的方法。 β -葡聚糖含量测定:参照 NY/T 2006—2011^[16]的方法。钠含量测定:参照 GB 5009.91—2017^[17]的方法。菌落指标测定:参照 GB 7101—2022^[18]的方法。

2 结果与分析

2.1 不同成分的添加量对青稞含汽饮料的影响

由表 3 可知,青稞含汽饮料可溶性固形物含量与感官评分随阿拉伯糖添加量增加呈先急速升高后小浮动的趋势,因此阿拉伯糖添加量不考虑作为饮料正交试验因素,选 0.020%为阿拉伯糖添加量。

表 3 阿拉伯糖添加量对青稞含汽饮料的影响

阿拉伯糖添加量/%	可溶性固形物/%	感官评分/分	阿拉伯糖添加量/%	可溶性固形物/%	感官评分/分
0.005	6.07±0.06b	81.83±0.76a	0.020	7.90±0.10a	82.57±0.51a
0.010	7.83±0.06a	82.00±1.00a	0.025	7.77±0.06a	82.83±0.76a
0.015	7.83±0.15a	82.30±0.61a	0.030	7.73±0.06a	81.97±1.00a

注：小写字母不同表示 $p<0.05$ ，差异有统计学意义。

由表 4 可知，青稞含汽饮料可溶性固形物含量随白砂糖糖粉添加量增加呈急速升高的趋势，感官评分呈先升高后显著下降的趋势。从适口性角度出发选择白砂糖糖粉添加量为 3.00%。

由表 5 可知，青稞含汽饮料可溶性固形物含

量随麦芽糊精添加量增加呈急速升高的趋势，感官评分呈先急速升高后加速下降的趋势。由于两指标趋势线交点麦芽糊精添加量为 5.40%，且与感官评分最高值相差不大，可溶性固形物含量较高，因此麦芽糊精添加量选择 5.40%。

表 4 白砂糖糖粉添加量对青稞含汽饮料的影响

白砂糖糖粉添加量/%	可溶性固形物/%	感官评分/分	白砂糖糖粉添加量/%	可溶性固形物/%	感官评分/分
2.00	6.70±0f	80.83±1.26b	5.00	9.60±0.10c	76.27±0.64c
3.00	6.97±0.23e	87.30±0.61a	6.00	10.67±0.06b	71.17±0.76d
4.00	8.73±0.06d	80.67±0.58b	7.00	11.37±0.06a	65.00±2.00e

注：小写字母不同表示 $p<0.05$ ，差异有统计学意义。

表 5 麦芽糊精添加量对青稞含汽饮料的影响

麦芽糊精添加量/%	可溶性固形物/%	感官评分/分	麦芽糊精添加量/%	可溶性固形物/%	感官评分/分
2.00	6.07±0.06f	80.2±1.06d	5.00	8.87±0.06c	85.83±0.76a
3.00	7.07±0.06e	82.23±0.68c	6.00	9.80±0.10b	83.73±0.64b
4.00	7.97±0.06d	83.57±0.51b	7.00	10.23±0.06a	81.43±0.51cd

注：小写字母不同表示 $p<0.05$ ，差异有统计学意义。

由表 6 可知，青稞含汽饮料可溶性固形物含量随柠檬酸钠添加量增加呈先减小后增加再减小的趋势，感官评分随柠檬酸钠添加呈先升高后下降的趋势。由于可溶性固形物含量在柠檬酸钠添加量为 0.025% 时为最大值，因此选取感官评分趋势线与可溶性固形物趋势线的交点 0.023% 为柠檬酸钠添加量。

由表 7 可知，青稞含汽饮料中可溶性固形物含量随稳定剂添加量增加呈小浮动的折线趋势，感官评分随稳定剂添加呈先升高后下降的趋势。当稳定剂添加量为 0.05% 时，饮料感官评分为最大值。由于添加稳定剂对可溶性固形物含量影响较小，因此稳定剂添加量选择 0.05%。

表 6 柠檬酸钠添加量对青稞含汽饮料的影响

柠檬酸钠添加量/%	可溶性固形物/%	感官评分/分	白砂糖糖粉添加/%	可溶性固形物/%	感官评分/分
0.005	8.33±0.06b	77.47±0.50d	0.020	7.93±0.06c	87.67±0.58a
0.010	7.87±0.06cd	80.00±1.00c	0.025	8.50±0a	82.50±0.50b
0.015	7.67±0.12e	82.3±0.61a	0.030	7.80±0d	79.87±0.81c

注：小写字母不同表示 $p<0.05$ ，差异有统计学意义。

表 7 稳定剂添加量对青稞含汽饮料的影响

稳定剂添加量/%	可溶性固形物/%	感官评分/分	白砂糖糖粉添加/%	可溶性固形物/%	感官评分/分
0.02	7.97±0.06a	77.27±0.64e	0.05	7.90±0abc	88.73±0.64a
0.03	7.83±0.06c	80.90±0.85d	0.06	7.93±0.06ab	86.77±0.68b
0.04	7.90±0.01abc	82.87±0.81c	0.07	7.87±0.06bc	85.83±0.76b

注：小写字母不同表示 $p<0.05$ ，差异有统计学意义。

2.2 青稞含汽饮料配方的优化

青稞含汽饮料在单因素试验基础上进行正交试验,优化饮料调配工艺,结果如表 8。在饮料感官评分中,各因素对饮料的影响程度为 $B>D>C>A$,最优工艺配方为 $A_3B_3C_2D_1$ 。在可溶性固形物含量指标中,白砂糖糖粉添加量对饮料影响程度最大,稳定剂添加量对其影响程度最

小,最佳配比为 $A_2B_3C_3D_3$ 。在可溶性固形物含量指标中,所得最佳配方制备出的饮料虽可溶性固形物含量较高,但相比感官评分所得最优配比($A_3B_3C_2D_1$)制备的青稞饮料口感较差。从饮料适口角度可确定 $A_3B_3C_2D_1$ 为最优方案。此试验方案所得饮料酸甜可口、颜色淡黄,能够有效保留青稞熟粉独特的香味,且无沉淀杂质。

表 8 正交试验优化对青稞含汽饮料配方工艺的影响

试验号	因素 A	因素 B	因素 C	因素 D	感官评分/分	可溶性固形物/%
1	1	1	1	1	66.57	7.83
2	1	2	2	2	73.10	9.17
3	1	3	3	3	79.83	10.80
4	2	1	2	3	66.07	8.83
5	2	2	3	1	73.07	9.87
6	2	3	1	2	81.23	9.90
7	3	1	3	2	67.50	8.80
8	3	2	1	3	71.23	8.80
9	3	3	2	1	83.30	9.70
感官 评分	K_1	219.50	200.14	219.03	222.94	
	K_2	220.37	217.40	222.47	221.83	
	K_3	222.03	244.36	220.4	217.13	
	k_1	73.17	66.71	73.01	74.31	
	k_2	73.46	72.47	74.16	73.94	
	k_3	74.01	81.45	73.47	72.38	
	R	0.84	14.74	1.15	1.93	
	因素主次	$B>D>C>A$				
可溶性 固形物	最优配方	$A_3B_3C_2D_1$				
	K_1	27.80	25.46	26.53	27.40	
	K_2	28.60	27.84	27.70	27.87	
	K_3	27.30	30.40	29.47	28.43	
	k_1	9.27	8.49	8.84	9.13	
	k_2	9.53	9.28	9.23	9.29	
	k_3	9.10	10.13	9.82	9.48	
	R	0.43	1.64	0.98	0.35	
因素主次 最优配方	$B>C>A>D$					
	$A_2B_3C_3D_3$					

通过正交试验优化分析,确定青稞含汽饮料配方工艺条件:柠檬酸钠添加量为 0.025%、白砂糖糖粉添加量为 4.00%、麦芽糊精添加量为 5.40%、稳定剂添加量为 0.04% 及阿拉伯糖添加量为 0.020%。在最佳工艺条件下,进行验证试验,此条件下进行多次平行试验,得到可溶性固形物含量为 10.10%,实际值与理论值基本接近,表明此优化方案具备一定的可行性。

2.3 青稞含汽饮料营养成分及菌落指标检测

以最优配方制作青稞含汽饮料,由表 9 可知,青稞含汽饮料中可溶性固形物超过 10%、可溶性总糖超过 85 mg/mL、粗蛋白超过 0.4%、 β -葡聚糖超过 100%、Na 约 20 mg/L、pH 值约 4.0。由表 10 可知,该产品菌落指标检测合格,属合格产品。

表 9 青稞含汽饮料营养成分检测结果

样品编号	可溶性固形物/%	可溶性总糖/%	粗蛋白/%	β -葡聚糖/%	Na/(mg·L ⁻¹)	pH 值
1	10.60	87.823	0.422	123.41	21.608	3.90
2	10.50	91.988	0.438	101.35	21.733	4.03
3	10.20	94.418	0.409	126.54	20.883	3.93
平均值	10.40	91.410	0.423	117.10	21.408	3.95

表 10 青稞含汽饮料菌落指标检测结果

样品编号	菌落总数	检验结果	大肠菌群	检验结果	霉菌	检验结果	金黄色葡萄球菌	检验结果
1	0	合格	0	合格	0	合格	0	合格
2	0	合格	0	合格	0	合格	0	合格
3	0	合格	0	合格	0	合格	0	合格
平均值	0	合格	0	合格	0	合格	0	合格

3 结论

本试验以青稞提取液为主要原料,考察阿拉伯糖、白砂糖、麦芽糊精、柠檬酸钠及稳定剂添加量对青稞含汽饮料品质的影响,以感官评分和可溶性固形物含量为指标筛选最优水平进行正交试验,确定青稞含汽饮料配方。结果表明:青稞含汽饮料最佳配方:柠檬酸钠添加量为 0.025%、白砂糖糖粉添加量为 4.00%、麦芽糊精添加量为 5.40%、稳定剂添加量为 0.04% 及阿拉伯糖添加量为 0.020%。本试验丰富了青稞多元化产品种类,为青稞产业加工生产及开发利用提供了新的依据。该含汽饮料酸甜可口、颜色淡黄,能够有效保留青稞熟粉的独特香味,且无沉淀杂质。

参考文献:

[1] 孙培利,车正清,焦捷,等. 复合菌种发酵对青稞淀粉品质的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(14): 176-181.

[2] ZHENG B, ZHONG S W, TANG Y K, et al. Understanding the Nutritional Functions of Thermally-Processed Whole Grain Highland Barley in Vitro and in Vivo [J]. Food Chemistry, 2020, 310: 125979.

[3] 孙康娜,丁红艳,李岩,等. 黑青稞 γ -氨基丁酸提取工艺优化及体外降血糖活性 [J]. 食品研究与开发, 2024, 45(4): 127-133.

[4] 李婷玉,杜艳,陈正行,等. 发芽青稞辅助降血糖和降血脂功效研究 [J]. 中国食品学报, 2022, 22(9): 114-122.

[5] 杜艳,梁锋,李婷玉,等. 发芽青稞的营养品质及降血压效果 [J]. 食品与生物技术学报, 2023, 42(7): 44-52.

[6] ZHANG H J, CAO X R, YIN M, et al. Soluble Dietary Fiber from Qing Ke (Highland Barley) Brewers

Spent Grain could Alter the Intestinal Cholesterol Efflux in Caco-2 Cells [J]. Journal of Functional Foods, 2018, 47: 100-106.

[7] 王欣,杨开俊,刘廷辉,等. 黑青稞麸皮的功能因子结构解析及其抗氧化功能研究 [J]. 食品科技, 2023, 48(7): 142-148.

[8] 王梦倩,孙颖,邵丹青,等.青稞的营养价值和功效作用研究现状[J].食品研究与开发,2020,41(23):206-211.

[9] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 饮料通用分析方法: GB/T 12143—2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[10] 中华人民共和国工业和信息化部. 谷物类饮料: QB/T 4221—2011 [S]. 北京: 轻工业出版社, 2012.

[11] 国家卫生健康委员会,国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定: GB 5009.88—2023 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.

[12] 国家卫生健康委员会,国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中总酸的测定: GB 12456—2021 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.

[13] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB 5009.6—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[14] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定: GB 5009.5—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品 pH 值的测定: GB 5009.237—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[16] 中华人民共和国农业部. 谷物及其制品中 β -葡聚糖含量的测定: NY/T 2006—2011 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2011.

[17] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定: GB 5009.91—2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[18] 国家卫生健康委员会,国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 饮料: GB 7101—2022 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.